

**Rutas de
navegación en el
Mediterráneo
occidental:
condicionantes
atmosféricos y
aspectos técnicos de
la navegación en la
antigüedad**

Sergio
Moreno Torres

Mayurqa
(2005), 30:
781-799

RUTAS DE NAVEGACIÓN EN EL MEDITERRÁNEO OCCIDENTAL: CONDICIONANTES ATMOSFÉRICOS Y ASPECTOS TÉCNICOS DE LA NAVEGACIÓN EN LA ANTIGÜEDAD

Sergio Moreno Torres*

Resumen: Toda buena ruta de navegación debe ajustarse a las condiciones ambientales y técnicas propias de cada momento y lugar. En el caso de las rutas en la antigüedad, determinar la respuesta de los barcos antiguos a las características climáticas del *Mare Apertum* puede ayudar a reconstruir su trazado y, así, entender mejor el papel de los asentamientos costeros del levante peninsular y Baleares.

Palabras clave: Época púnica, Rutas de navegación, Tecnología naval, Climatología, Mediterráneo occidental, Comercio marítimo.

Abstract: A good shipping route should adjust to the environmental conditions and existing techniques of each time and place. In the case of routes in antiquity, determining ancient ships' response to climate characteristics of *Mare Apertum* may help reconstruct their routes, thus leading to a better understanding of the role played by coastal settlements in eastern Spain and the Balearics.

Key words: Punic age, routes shipping, naval technology, climatology, western Mediterranean, sea trade.

EL CONCEPTO DE RUTA DE NAVEGACIÓN

Suele atribuirse a los marinos la capacidad de *leer el cielo* y lo cierto es que aventurarse en la mar sin esa cualidad es más que una temeridad, especialmente en un trayecto largo. En travesías de varios días no basta con saber detectar las tempestades a tiempo; es necesario saber de antemano si el viento será favorable (y seguro) durante todo el camino, que imprevistos pueden surgir y si podremos sortearlos. El problema es que no resulta fácil hacer una predicción fiable del tiempo que hallaremos cien kilómetros más allá sin la ayuda de un satélite, de modo que la experiencia acumulada en viajes anteriores es la única garantía posible. Una ruta no es sólo un espacio físico; es la certeza de que las condiciones climáticas en un momento y espacio dados son estables, que podemos predecir los posibles problemas y sortearlos siguiendo un trazado concreto o usando una determinada técnica de navegación. Por tanto, cuando hablamos de *rutas de navegación*, debemos

* <capllentrisca@yahoo.es>.

tener presente que no nos estamos refiriendo necesariamente al camino más corto entre dos puntos o al trayecto más rápido; si no a un trayecto predecible, seguro, que puede ajustarse a contingencias predecibles y, por supuesto, lo más rápido posible. Una ruta *es* información razonablemente precisa sobre el régimen de vientos en cada región: saber en qué meses predominan los vientos favorables, que peligros pueden presentarse y cuándo son más frecuentes. No es suficiente con saber que una derrota determinada es practicable durante toda la época del *mare apertum*; es necesario saber en qué mes es más segura y en cual menos.

Cualquier *ruta de navegación* es, en realidad, un *corpus* de saber acumulado que responde a una serie condiciones de la navegación propias de un lugar y una época concretos. En este caso, dichas condiciones vienen marcadas por la distribución geográfica de los puntos entre los que se quiere navegar; las características del relieve, el mar y el clima Mediterráneo; las limitaciones de una nave de vela cuadra y sin quilla de aleta y el conjunto de fuerzas que el viento y el agua ejercen sobre el barco (rozamiento y efecto de deriva). Cualquiera de estos factores establece limitaciones inevitables que, en los estudios sobre navegación en la antigüedad, no siempre se han evaluado correctamente.

Las condiciones orográficas y climáticas del Mediterráneo distan mucho de parecerse a las oceánicas, donde se puede contar con corrientes de aire que pueden llevarnos de un continente a otro en prácticamente cualquier época del año. Las rutas de navegación en el Mediterráneo no son practicables (ni seguras) todo el año y su régimen de vientos se caracteriza por el cambio constante. Ni siquiera el *mare apertum* constituye realmente un único momento climático: se ha prestado mucha atención al régimen de vientos y las corrientes marinas más frecuentes en esta época del año, pero dejando en segundo plano las condiciones atmosféricas generales que los provocan así como los cambios que se producen a lo largo de los meses. Debe tenerse en cuenta que el hecho de que, por ejemplo en Baleares o en la costa de Levante, el mes de agosto sea caluroso y con cielos despejados informa al marino sobre el viento que probablemente encontrará allí; es decir, es un factor de previsión, como también lo es que en abril no haga el mismo tiempo que en julio, a pesar de formar parte ambos de la época de navegación.

En cuanto a los aspectos técnicos de las naves en la antigüedad, sus limitaciones han tendido a considerarse a la baja; pues, aunque es cierto que, debido al tipo de vela, estos barcos sólo navegan realmente bien con vientos de popa y por la aleta, eso no significa que no sea posible navegar en ángulos más cerrados al viento. No hay que olvidar que la vela cuadra perdura hasta el siglo XIX en barcos de líneas regulares de tráfico de pasajeros, a pesar de que la vela latina o la cangreja (que tienen un rendimiento mucho mayor) se conocían desde hace siglos. La vela cuadra tiene sus ventajas y posibilidades de solventar en mayor o menor grado algunos de sus inconvenientes y eso debe tenerse en cuenta.

Finalmente, en lo que se refiere a la acción del viento sobre el barco, es un condicionante al que a menudo se presta poca atención y que, sin embargo, esclaviza a los navegantes hasta el punto de tener que dar grandes rodeos para contrarrestarla. La deriva del barco hacia sotavento es uno de los mayores problemas de la navegación a vela y condiciona en buena medida el trazado de las rutas. Aunque es posible disminuir notablemente la deriva del barco con la quilla de aleta, ésta era desconocida en la antigüedad; de modo que la única manera de contrarrestar sus efectos era preverlo y ajustar la ruta en consecuencia. Los derroteros de navegación y portulanos anteriores al siglo XX fueron escritos para navegantes que no disponían del parte meteorológico diario y que, al menos algunos de ellos, aún navegaban con vela cuadra y sin quilla de aleta y en ellos se pueden encontrar

gran cantidad de indicaciones sobre qué rodeos dar y como aprovechar los vientos favorables para contrarrestar el efecto de deriva. Esto los convierte en una fuente de información insustituible, pues cuando se superponen las recomendaciones que ofrecen los derroteros a los datos climáticos disponibles, se observa la aparente existencia de zonas peligrosas o con un régimen de vientos poco predecible que obligan a los navegantes a buscar alternativas menos directas pero más estables. Identificar estas zonas puede ayudar no sólo a establecer las rutas más fiables para navegar por el Mediterráneo, si no también a comprender mejor la ubicación de los asentamientos costeros en la antigüedad y su papel en las redes de intercambio marítimas.

ASPECTOS TÉCNICOS DE LA NAVEGACIÓN ANTIGUA

Las naves anteriores a la navegación islámica, independientemente de su forma o tamaño, tienen tres características que determinan en gran medida su comportamiento en el mar: el timón de espadilla, la vela cuadra y la ausencia de quilla de aleta o de orza. El uso timón de espadilla ofrece algunos inconvenientes que afectan, sobre todo, a la maniobrabilidad del barco. Las maniobras con timón de espadilla son poco fiables, es más difícil mantener el rumbo¹ y es tan duro de gobernar con mal tiempo que son necesarias varias personas para controlarlo. Esto explica, al menos en parte, que todos los barcos antiguos, sean mercantes, de guerra o de cabotaje, incluyan un buen número de remeros; los remeros, además de permitir superar las calmas, ofrecen la posibilidad de una maniobra más fiable en los puertos o con mal tiempo. Por otra parte, estos inconvenientes en la maniobra obligan a ajustes en la construcción de los barcos, que deben ser estilizados y, convenientemente con popa de canoa, dado que así son más fáciles de gobernar. Un barco con la forma ahuevada propia de los mercantes del siglo XV y con popa de espejo habría sido casi imposible de gobernar sin el timón de codaste.

El uso de la vela cuadra también impone algunas condiciones a la navegación, dado que no presenta un buen perfil aerodinámico² y no responde bien a la navegación en ángulos cerrados al viento. A pesar de todo, en el siglo XIX, barcos con este tipo de aparejo llegaban a navegar de bolina amarrando el puño de sotavento del pujamen a la proa y llevando el puño de barlovento hacia la aleta. Se trata de una maniobra sencilla, cuyo uso en la antigüedad está documentado (Medas e.p.), con algunas variantes que llegan incluso a recoger parte de la vela para darle una forma más triangular.³ No obstante, aunque la maniobra es posible, hay otros condicionantes técnicos que limitan enormemente su eficacia. Navegando de bolina, la mayor parte de las fuerzas generadas por el perfil aerodinámico de la vela son perpendiculares al sentido de la marcha, debido a ello, el barco tiene tendencia a alinear su eje con la dirección del viento, obligando a corregir el rumbo a menudo.

¹ El amontonamiento de agua en el lado de sotavento debido al empuje lateral del viento hace que el barco tenga tendencia a cerrar su rumbo respecto al viento (orzar); el timón de codaste compensa en parte este fenómeno, pero con la espadilla es necesario corregir el rumbo constantemente.

² El rendimiento aerodinámico de una vela se mide mediante la fórmula de la «relación de forma», consistente en dividir el cuadrado de la longitud del grátil por la superficie de la vela. Mientras los barcos actuales tienen una relación de forma de entre 5 y 8, los aparejos de vela cuadra oscilan entre el 1 y el 1'5.

³ Esto disminuiría la superficie vélica, pero aumentaría la «relación de forma», obteniendo así un rendimiento mayor.

Los veleros del siglo XIX, además de timón de codaste, incorporaban foques al aparejo; estas velas triangulares, además de aumentar la capacidad del barco para ceñirse al viento, son el principal indicador para controlar el rumbo. La ausencia de quilla de aleta limita aún más la capacidad de un barco para ceñir, pues sin ella el barco se desplaza de costado tanto como de frente, dado que el casco ofrece muy poca resistencia al efecto de deriva.

De todo ello se deduce que las naves antiguas podían navegar en ángulos de hasta 60° o puede incluso que de 50° cerrados al viento, pero no de forma eficaz. Al margen de las dificultades para mantener el rumbo, lo más importante es que el casco del barco apenas ofrecería resistencia a la deriva, de manera que éste se desplazaría hacia sotavento casi en diagonal a su rumbo y sin posibilidades de recuperarlo sin la ayuda de un cambio de viento (figura 1,1). La navegación de bolina, por lo tanto, podía ser un recurso auxiliar para solucionar pequeños contratiempos o como último recurso, pero no un modo de navegar habitual. Con estos barcos, una ruta con tramos obligados en ceñida habría sido verdaderamente complicada de cubrir.

A pesar de todo, los barcos antiguos probablemente llegarían a navegar bien incluso de través, lo que supone que el barco tiene casi 180° de margen para responder a cambios en la dirección del viento; así que no es necesario que éste siempre sea estrictamente favorable. Además, la vela cuadra tiene una gran ventaja y es que el barco navega mucho mejor que uno con velas de cuchillo cuando el viento sopla más a popa del través.⁴ Es el aparejo más veloz con viento favorable, por eso ha perdurado tanto. De cualquier modo, el hecho de no poder navegar en todas direcciones supone que el navegante tiene que trazar su rumbo previendo el efecto de deriva y los posibles cambios en la dirección del viento. La manera de hacerlo es procurar aprovechar cualquier circunstancia que permita acercarse al origen del viento (en argot, *ganar barlovento*), con el fin de contrarrestar el efecto de deriva y de asegurarnos viento favorable en los tramos complicados. *Ganar Barlovento* es el criterio principal, junto con la seguridad, para establecer una ruta de navegación. La mejor ruta no es necesariamente la más directa o la teóricamente más rápida, si no la que ofrezca un modo de compensar la deriva y de solventar contratiempos. Las rutas recomendadas en los derroteros anteriores al siglo XX contienen abundantes advertencias sobre tramos, como el Cabo de la Nao o el Golfo de Valencia, traicioneros no por la violencia de sus vientos, si no por lo fácil que resulta que la deriva nos juegue una mala pasada y de indicaciones para *ganar Barlovento* a veces consistentes en rodeos de muchas millas.

PROCESOS METEOROLÓGICOS PROPIOS DEL MEDITERRÁNEO

El Mediterráneo es una enorme frontera climática que separa, por un lado, el mundo subtropical (África) y el extratropical (Europa y el Atlántico norte) y, del otro, la gran masa de agua Atlántica y el continente eurasiático (Jansa 1995: 91). Debido a ello, está sometido a importantes contrastes térmicos que someten a la masa de aire que se encuentra sobre él a evoluciones muy rápidas. Por otra parte, se trata de un mar casi cerrado por completo y rodeado de cordilleras; debido a esto, el Mediterráneo, además de unas aguas propias con un régimen de corrientes independiente, también tiene un cielo propio: una masa de aire

⁴ Tanto es así que los barcos modernos deben izar velas en forma de globo (spinnaker) para compensar las carencias del aparejo Marconi.

bien definida sobre todo en las capas bajas de la atmósfera (Jansa 1995: 91). Ambas circunstancias (la orografía y el contraste térmico) tienen un papel clave en la aparición de los dos fenómenos meteorológicos más característicos del Mediterráneo y de las principales fuentes de problemas de cara a la navegación: los fuertes vientos locales, con el *Mistral* como principal exponente, y las borrascas formadas sobre las propias aguas mediterráneas.

El elemento clave en la aparición de los fuertes vientos locales son los cambios en la presión atmosférica que se producen en las cordilleras montañosas que rodean el Mediterráneo occidental (Jansa 1995: 93): Cuando un viento procedente del Atlántico, de Europa o del Sahara sopla en dirección al Mediterráneo, debe franquear alguna de esas cordilleras; el viento choca con las montañas, las remonta y luego desciende por el otro lado. Esto provoca un aumento de la presión del aire o *mesoalta* en lo alto de las montañas y un descenso de la presión o *mesobaja* en la cara de sotavento de las montañas (la cara en la que nos situaríamos para resguardarnos del viento). La diferencia de presión entre las cumbres de la cordillera y la cara por la que desciende el viento aumenta la intensidad del mismo (figura 1,2); no hay que olvidar que el viento no es más que una masa de aire que se desplaza de una zona con una presión atmosférica alta a otra con una presión menor.

El caso de la *Tramontana* y el *Mistral* puede servir de ejemplo: Tienen su origen en la llegada de un flujo de aire frío del Atlántico que atraviesa Provenza y el Languedoc y penetra en el Mediterráneo por dos vías diferentes. En primer lugar, por el valle del Ródano, donde el viento se canaliza ganando intensidad; es el *Mistral*. Por otro lado, atravesando los Pirineos, donde *mesoaltas* y *mesobajas* acelera el viento; es la *Tramontana*.

En el caso de las borrascas originadas en el propio Mediterráneo, son tormentas, a veces de sólo unas horas y que pueden suponer el 50% de las precipitaciones de todo el año. Son especialmente frecuentes a finales del verano y durante el otoño y su origen se debe a masas de aire muy frío (-24° C) que se estancan sobre la península ibérica a tanta altura, unos 5.000 m, que su presencia no altera significativamente la temperatura de la superficie. A finales del verano el aire de las capas bajas de la atmósfera suele estar muy caliente, bien debido al contacto con un mar muy caldeado por el sol del verano o bien por la entrada de aire caliente procedente del Sahara. El aire caliente tiende a ascender (tendencia que, además, se ve muy favorecida por la orografía de las cordilleras litorales) y, al hacerlo, puede entrar en contacto con la masa de aire polar situada en las capas altas de la atmósfera, produciendo un germen ciclónico de gran actividad (a veces de tipo catastrófico). El principal problema de este tipo de tormentas es que, incluso en la actualidad, es posible detectar los factores que lo causan (las bolsas estancadas de aire frío y la entrada de aire caliente a nivel superficial), pero es muy difícil predecir cuándo y dónde va a producirse la tormenta, pues aparecen de forma aleatoria y muy local (Llobera y Valladares 1989: 60-61), de forma que llegan a desarrollarse en cuestión de minutos. Este tipo de fenómenos tormentosos son muy peligrosos para la navegación y, además, bastante frecuentes, de hecho, se estima que de un promedio de 76 borrascas al año, 52 se generan en el propio Mediterráneo, 14 vendrían de África y 7 del Atlántico (Medina 1974: 117).

Tanto los fuertes vientos locales como las tormentas suelen concentrarse entre otoño y primavera, siendo el invierno la estación más violenta. Esto hace que resulte una mala época para navegar (al menos a vela), puesto que es fácil que el tiempo empeore a medio viaje y sin previo aviso. Esto no quiere decir que la navegación sea imposible, pues hay periodos de calma, más o menos recurrentes de un año para otro, que, sin embargo, no duran lo suficiente como para permitir un tráfico marítimo importante. Por otro lado, ni el viento

ni las tormentas tienen la misma intensidad en todo el Mediterráneo occidental; en general, el tiempo resulta bastante más duro al norte de las Baleares que al Sur, de modo que éstas pueden considerarse como la línea divisoria entre una zona septentrional más expuesta a los vientos polares y otra, más meridional, influenciada por los cálidos vientos del Sahara.

LAS CONDICIONES ATMOSFÉRICAS DURANTE LA ÉPOCA DE NAVEGACIÓN

A partir del mes de abril y hasta la llegada del verano, la entrada de masas de aire frío del Atlántico al Mediterráneo se reduce a medida que el anticiclón de las Azores va ganando fuerza. Sin la llegada de aire polar, los vientos locales más peligrosos y los gérmenes ciclónicos (tormentas) se producen cada vez con menor frecuencia; así que la situación mejora notablemente de cara a la navegación. Es ahora cuando cobra todo el protagonismo la masa de aire de origen sahariano, cálida, seca y cargada de partículas de polvo que se precipitan con la lluvia en primavera⁵ y que enturbian la atmósfera en verano. La primavera mediterránea es más el paso del invierno al verano que una estación en sí misma: Mientras abril sigue siendo un mes casi invernal, con frecuentes perturbaciones atmosféricas, en mayo el verano prácticamente ya se ha instalado, aunque sigan apareciendo algunas borrascas y vientos locales más o menos fuertes, como el Mistral o el Sirocco, hasta más o menos mediados de junio.

Durante el verano, de mediados de junio a mediados de agosto, es cuando realmente se habla de buen tiempo, pues los temporales son auténticas anomalías. El rasgo fundamental del régimen de vientos en estos meses es el establecimiento de una gran corriente de aire de tipo monzónico en dirección al centro de África provocada por el calentamiento del Sahara. El desierto hace subir mucho la temperatura del aire durante el día, convirtiéndose así en una incubadora de bajas presiones de más o menos el tamaño de Europa. Puesto que el agua no transmite el calor con tanta rapidez, sobre el Mediterráneo la presión se mantiene alta generando una corriente de aire del mar hacia el desierto que se invierte durante la noche (Abraham *et al.* 1992: 115); es el régimen de brisas. La brisa no es un fenómeno exclusivo de la costa africana; las grandes masas de tierra en general se calientan más fácilmente que el mar, así que el régimen de brisas se produce en toda la cuenca mediterránea, aunque su frecuencia e intensidad varíe según las zonas. Esta situación persiste durante el 90% de los días entre el 15 de junio y el 15 de agosto (Medina 1974: 137), lo que significa que las condiciones para navegar son inmejorables: vientos benévolo, fácilmente predecibles y constantes durante prácticamente todo el verano. Fuera del alcance de la brisa, quien establece el régimen general de vientos es el anticiclón de las Azores, que crea una corriente semicircular de aire que entra por el valle del Ródano y se vuelve de componente E o SE al sur de las Baleares, creando una franja de viento estable de levante entre las penínsulas itálica e ibérica que aparece en algunas fuentes romanas con el nombre de *etesii* (Medas e.p.). Esta corriente es la que impone las normas en la navegación de altura; es la que permite descender desde el golfo de León hacia las Baleares y la que permite los viajes desde el Mediterráneo oriental o Italia hasta la península ibérica.

⁵ Por ejemplo en Ibiza, donde tradicionalmente se recogía agua de lluvia para el consumo humano, las cisternas se cerraban antes de las lluvias de mayo.

El verano se interrumpe con un periodo de tormentas a mediados de agosto, bastante difíciles de predecir y, tras quince días de inestabilidad, vuelve el buen tiempo (y la brisa marina). La temporada de navegación se acaba oficialmente con las tormentas de Octubre,⁶ que suelen ser de las más violentas del año y dejan mal tiempo para varias semanas. Puede decirse, por lo tanto, que la época de *Mare apertum* engloba el riguroso verano, de junio a agosto, y dos *veranos*, más perturbados (y peligrosos), entre mayo y mediados de junio y, luego, de mediados de agosto a octubre. Algunas fuentes alargan el periodo de navegación de marzo a noviembre, con su punto álgido entre mayo y septiembre (Medas e.p.). Así, si bien las condiciones meteorológicas propias del verano empiezan a darse a partir de abril hasta octubre, esto no quiere decir que en todo este tiempo las rutas de navegación sean igual de seguras; el riesgo de tempestad aumenta a medida que nos acercamos a abril u octubre, de modo que la incertidumbre respecto a la seguridad del viaje también aumenta. Aunque a finales de agosto las condiciones climáticas siguen siendo estupendas, una tormenta imprevista puede hacer mucho daño si sorprende al navegante en alta mar. En la tradición popular del levante peninsular y Baleares hay un auténtico calendario meteorológico que refleja, aunque de forma muy general, la relación entre las condiciones climáticas y los meses del año (Abraham 1995: 122).

EL RÉGIMEN DE BRISAS EN EL LEVANTE PENINSULAR Y BALEARES DURANTE EL VERANO

Durante el verano, las bajas presiones se extienden por el interior, diagonalmente desde la meseta castellana al valle del Ebro (Capel 1999: 4). Esta depresión tiene un carácter inequívocamente térmico; el suelo se calienta reduciendo la densidad del aire (es el *monzón ibérico* antes mencionado). Esta *baja hispana* se presenta a menudo como una prolongación de la depresión sahariana y, como es natural, genera el mismo régimen de vientos: la brisa marina. La brisa tiene un alcance máximo de 20 millas marinas (unos 35 Km); esto quiere decir que a partir de ahí vuelve a aparecer el viento generado por los gradientes de presión. En la costa del levante español la brisa sopla del Este o del Sudeste y, especialmente en el sur, se superpone al viento de gradiente, también de levante (figura 2). La brisa suele levantarse hacia las diez de la mañana y se calma a media tarde. Dos o tres horas después del ocaso vuelve a levantarse viento, pero esta vez en sentido opuesto (de tierra hacia el mar) y más suave. Es el *terral*. En algunas zonas de la costa levantina la brisa tiene nombre propio, es el caso del *Garbí*, la brisa del Sudeste que sopla en la costa catalana y de Castellón.

En general es en los promontorios litorales y los cabos donde el viento sopla con más intensidad. En la costa levantina, las zonas con más fuerza de viento son los cabos de Palos, La Nao, San Antonio y Creus así como el delta del Ebro. Esto se debe al denominado efecto esquina (Llobera y Valladares 1989: 64). Este efecto consiste en que cualquier accidente geográfico prominente, como un cabo o una península, tiene línea de costa orientada a diferentes puntos cardinales, de modo que el viento converge sobre él por diferentes vías. Con un viento procedente del mar (como la brisa), actúan de forma parecida a una punta de flecha: el viento, al encontrar un obstáculo se desvía siguiendo la línea de la costa aumentando su intensidad (figura 2).

⁶ Es la *Gota fría* de otoño, un temporal bastante violento que llega a producir incluso trombas de agua.

En cuanto a Baleares, Mallorca es la única isla lo bastante grande como para establecer su propio régimen de brisas (Jansá y Jaume 1946). La brisa, por definición, sopla del mar hacia la costa y la isla tiene amplias líneas de costa orientadas a los cuatro puntos cardinales. Los datos del aeropuerto sólo reflejan la brisa que se genera en la costa occidental de la isla, el *embat*, una corriente de aire de poniente, constante durante casi todos los días de verano, de unos 5 Km/h. En la costa meridional el viento viene del sur y en la oriental, del este. La única excepción a la regla es la costa norte, debido a que la sierra de Tramontana hace de barrera natural al viento desviándolo (figura 3,1).

Ibiza tiene unas dimensiones mucho más reducidas que Mallorca, de manera que el calentamiento de su superficie no genera una zona de bajas presiones lo bastante grande como para establecer un régimen de brisas.⁷ Esto significa que, en principio, predomina en la isla el viento generado por los gradientes de presión (el mismo que en alta mar) que, al sur de las Baleares, suele ser de levante o sudeste. No obstante, aunque la isla no tiene brisa propia, sí que genera *terral* durante la noche. Al amanecer, el *terral* desaparece y se instaura una brisa muy débil que dura únicamente hasta las once o las doce de la mañana, que es cuando el viento de gradiente se vuelve dominante. Además, Ibiza es una isla montañosa, con un buen número de cumbres por encima de los 400 m, y resulta, por lo tanto, un importante obstáculo para el viento. Al franquear la isla el viento modifica su dirección e intensidad; con lo cual, el viento no sopla en la misma dirección en todos los puntos de la isla (figura 3,1). En el sur es donde, normalmente, el viento responde a lo que cabría esperar con el mapa de isobaras en la mano; pero en el norte, el viento se arremolina como resultado de haber franqueado la isla. De este modo, si los vientos predominantes al sur de las Baleares suelen ser levantes o sudestes, eso será lo que tendremos más o menos en la costa meridional de la isla, mientras que, al norte, el la dirección del viento puede cambiar fácilmente a noreste o norte.

TRAZADO DE LAS RUTAS DE NAVEGACIÓN HACIA EL NORTE

Tradicionalmente se ha defendido que la navegación antigua, al no haber aparatos que permitieran orientarse con precisión en alta mar, debía ser esencialmente de cabotaje o, al menos sin perder de vista la costa durante demasiado tiempo. Sin embargo, bordear la costa de levante, con el fin de ir hacia Cataluña o el golfo de León, puede resultar una tarea muy complicada. Por de pronto, la brisa marina no sopla en la misma dirección por toda la costa; mientras en la costa alicantina la brisa es de levante, en el cabo de la Nao suele haber viento del nordeste, lo que lo convierte en una barrera geográfica muy difícil de franquear hacia el norte. En cuanto al golfo de Valencia, los vientos no son especialmente peligrosos en verano, pero todos los libros de derrota consultados coinciden en que se trata de un viento turbio y cambiante cerca de la costa, que se encalma con facilidad y que, por tanto, conviene evitar si pretendemos llegar a Cataluña. Para ello aconsejan apartarse de la costa en demanda de viento limpio siguiendo el siguiente itinerario:

⁷ En el caso de Ibiza no ha sido posible encontrar estudios sobre el viento, de modo que se ha recurrido a las fuentes orales. Concretamente se ha consultado a Pere Vilàs, autor de varios libros sobre cuestiones relacionadas con la navegación en la isla, y Pepe Bonet participante habitual de la regata que circunnavega Ibiza y Formentera.

Aprovechando los relativamente frecuentes vientos de poniente del estrecho de Gibraltar se llega al cabo de Palos. Desde allí, hay que arrimarse a la costa de Argelia para aprovechar las brisas de la costa africana y evitar lo más posible el viento del sudeste. Al estar a la altura más o menos de Baleares,⁸ se debe virar hacia el norte y el viento nos llevará hacia Ibiza más fácilmente que a Mallorca. Desde Ibiza se debe procurar acercarse lo más posible a Mallorca aprovechando las brisas (el *embar*) hasta que el viento del noreste, predominante entre el Golfo de León y Baleares, nos lleve a Cataluña.

Si se superponen las recomendaciones de los derroteros a los datos climáticos sobre la dirección del viento pueden afinarse aún más las características de esta ruta (figura 3,2):

- 1) Durante el verano, el viento en el cabo de Palos sopla del cuadrante Norte-Este entre el 50 y el 60%⁹ de los días (especialmente durante el mes de julio), de modo que zarpar rumbo a la costa argelina no plantea ningún problema. Cerca de la costa africana predomina la brisa del N-NE, de modo que es posible navegar hacia el este de través sin que nos afecte el viento de levante, dominante algo más al norte; de hecho es una de las posibles rutas para llegar a Cartago o Italia.¹⁰ En previsión del efecto de deriva, se debe llegar al menos hasta la altura de Mallorca¹¹ para poder recalar sobre Ibiza.
- 2) Debido a la brisa, alejarse de la costa africana hacia el norte es algo complicado durante el día, pero ésta se instala a media mañana. Si se emprende el viaje de madrugada, el suave terral nocturno nos llevará lo suficientemente al norte como para llegar a los vientos del E y SE que impone el Anticiclón de la Azores al sur de las Baleares. Debido al efecto de deriva, el viento de levante nos llevará más fácilmente a Ibiza que a Mallorca.
- 3) En Ibiza, el viento de levante vuelve a ser un problema. De nuevo, una solución puede ser zarpar del puerto de Ibiza de madrugada con el fin de que el terral nos lleve al extremo más oriental de la isla antes de que se imponga el viento del este. Como se ha explicado anteriormente, en este punto el viento del SE se desvía a causa del rozamiento con la costa, pasando a soplar más o menos desde el Sur. Este cambio permite a un navío emprender el rumbo hacia la costa catalana y, probablemente, acercarse lo suficientemente a Mallorca como para entrar en el radio de acción de la brisa de poniente propia de la Bahía de Palma, el *embar*.
- 4) El último tramo del viaje no presenta grandes complicaciones; en la cara norte de la isla de Mallorca la brisa sopla casi en dirección opuesta distinto respecto a la Bahía de Palma, es decir, de Levante y, mas al norte, predominan los vientos del Nordeste. Las probabilidades de encontrar vientos favorables rondan el 70% (Izquierdo y Tugan 1995: 304) y, debido al efecto de deriva, el tramo de costa más asequible es el delta del Ebro. Para llegar a Ampurias es necesario remontar la costa aprovechando la brisa, que va pasando de E a SO y a S a medida que remontamos hacia el norte.

Aunque en algunos tramos del trayecto el viento no parece tan favorable como debiera, hay que tener en cuenta que la dirección del viento sufre muchas variaciones; los marinos experimentados hablan de un cambio de 15°, en el sentido de las agujas del reloj, a lo largo del día. Esa variación más o menos regular y puede ser aprovechada, con previsión, para *ganar barlovento* y cubrir los tramos conflictivos del trayecto.

⁸ Los derroteros señalan algunos puntos de referencia en la costa argelina para determinar la situación del barco respecto a las Baleares.

⁹ Porcentajes del viento banco de datos de Instituto Nacional de Meteorología.

¹⁰ Stefano Medas denomina a esta ruta *ruta baja* (Medas e.p.).

¹¹ Los libros de derrota señalan cuales son los accidentes geográficos de la costa africana que nos indican la altura respecto a Baleares en que nos encontramos.

TRAZADO DE LAS RUTAS DE NAVEGACIÓN HACIA EL SUR

El regreso al sur es tanto más fácil cuanto más al norte nos encontremos; así, según los derroteros, para descender desde el Golfo de León basta con aprovechar los vientos del norte y nordeste, procurando no aproximarse demasiado a la costa de Cataluña (donde nos atraparía la brisa del sur) y, una vez pasado Rosas, dejarse llevar hasta Ibiza. Del mismo modo, para descender desde la costa de Cataluña, se aconseja evitar el Golfo de Valencia a pesar de que allí los vientos son favorables. Hay dos razones para ello, una son las frecuentes encalmadas que se registran en esta zona y, la otra (y más importante) es que recalar sobre Ibiza permite *ganar barlovento* y evitar el Cabo de San Antonio (muy difícil de superar desde el Golfo de Valencia) para luego descender hasta Gibraltar con vientos del sudeste. Los datos climáticos justifican de nuevo esta ruta (figura 3,2):

1. El descenso desde el golfo de León se ve favorecido por el viento de gradiente impuesto por el anticiclón de las Azores. Lo mismo ocurre zarpando de la zona de cabo de Creus y Rosas, aunque en este caso debe superarse la brisa del sur aprovechando el terral de madrugada para llegar al viento dominante en alta mar. *A priori*, lo más sencillo es dirigirse a Menorca, pues se encuentra más cerca y el viento es más directo; no obstante, los libros de derrota recomiendan dirigirse a Ibiza. La razón de ello es que así se evita entrar de lleno en la corriente del golfo de León, que es muy fuerte y puede resultar peligrosa. Del mismo modo, un barco en dirección a Italia aprovecharía la corriente del golfo para llegar hasta las Bocas de Bonifacio.¹²
2. Si se ha recalado en Ibiza, el camino al cabo de Palos no ofrece ninguna complicación si se navega al sur de Formentera, pues los vientos del E y el SE dominan durante la mayor parte de los días. Si se ha optado por Menorca, la situación es bastante parecida; el viento de levante nos llevará a la costa sur de Mallorca, Ibiza y, finalmente, el cabo de Palos.

Los derroteros aconsejan en todo momento evitar el golfo de Valencia debido a las características del viento, que tiende a encalmarse con frecuencia, y a la dificultad de superar el cabo de san Antonio. El registro arqueológico, a pesar de todo, parece indicar la existencia de una ruta que desciende desde el delta del Ebro por la costa de Castellón hasta Valencia. La dirección del viento al sur del delta favorece este descenso el 70% de los días (Izquierdo y Tugas 1995: 304); la cuestión es cómo superar el cabo de San Antonio. En la costa de Valencia dominan las calmas y los vientos del SE alrededor del 60% de los días (Pérez 1994: 188) mientras que sólo entre el 15 y el 17% de los días ese trayecto sería posible. El terral sopla en dirección contraria a la brisa, de modo que nos permitiría alejarnos de la costa hacia el canal entre el cabo de San Antonio e Ibiza, donde, según los derroteros, dominan los vientos del NE y del N (figura 3,2).

Este tramo presenta muchos inconvenientes, pero eso no quiere decir que esa ruta no sea posible. Si lo que se pretende es un viaje relativamente rápido hacia el estrecho de Gibraltar esta ruta no compensa en absoluto; pero si no preocupa mucho que el viaje se alargue (por ejemplo, por que se aprovecha para comerciar), las calmas y los vientos adversos son un inconveniente relativo, dado que si se están haciendo escalas en la costa, sencillamente podemos sentarnos a esperar vientos favorables. No obstante, los problemas

¹² Esta es la otra posible ruta hacia Italia, denominada por Stefano Medas *ruta alta* (Medas e.p.). Esta *ruta alta*, aunque más larga que la opción de aprovechar la brisa de la costa africana, permite al barco navegar con vientos más favorables.

que ofrece el Golfo de Valencia a la navegación son los que justifican el progresivo desplazamiento hacia el este de las rutas de retorno a medida que el tráfico comercial asciende por la costa catalana y francesa.

CRONOLOGÍA DE LAS RUTAS DE NAVEGACIÓN EN LA COSTA DE LEVANTE Y BALEARES

Las rutas de navegación que conectan la costa catalana y Baleares con Gibraltar se articulan en torno al eje *Cabo de Palos - Ibiza*, ya que eso permite superar la gran frontera geográfica que supone el Cabo de la Nao. Hay varios indicios del uso de este eje por parte de los barcos cananeos en el siglo VIII a.C. La presencia de hachas de talón y de apéndices laterales en la isla de Ibiza, probablemente procedentes de la sierra de Crevillente o incluso de Guardamar del Segura (Guerrero e.p.) y el cargamento del pecio de Mazarrón, en el que había cerámicas con clara correspondencia a las halladas en los yacimientos de *sa Caleta* y la *Fonteta*, evidencian un tráfico comercial consolidado entre Ibiza y la desembocadura del Segura en esta época (Guerrero e.p.). Pero además, si observamos la distribución de ánforas de tipo T-10.1.1.1 (Ramón 1995) en Guardamar del Segura e Ibiza, así como en Aldovesta y Vinarragell (Ramón 1995: 648), parece claro que podemos hablar ya del uso una ruta hacia la costa catalana, basada en este eje, que descendía por el golfo de Valencia, desde donde probablemente regresaba hacia Ibiza. Este circuito queda perfectamente dibujado en el siglo VII a.C. por la distribución, por ejemplo, de las ánforas ebusitanas T-10.1.2.1. al sur del Ebro. El retorno a Ibiza desde el Golfo de Valencia es complicado, de modo que esta no resulta una buena ruta de retorno. A pesar de eso, el modelo de comercio capilar que parece practicaban estos barcos ofreció la posibilidad de rentabilizar esta ruta lo suficiente como para que fuera adoptada.

Por otra parte, la presencia, de nuevo, de ánforas T-10.1.2.1. en *Illa de'n Reixach* o los vasos encontrados en *Agullana* y *Agde* que imitan modelos fenicio-púnicos (Arteaga *et al.* 1978: 129) indican que la ruta hacia el golfo de León es usada por los barcos cananeos al menos desde el último cuarto del siglo VII a.C. Es en este momento cuando empieza a evidenciarse el uso de rutas de retorno más hacia el este, acordes con el desarrollo de la actividad comercial púnica entre el Ebro y la costa narbonense. Esta nueva ruta evita el golfo de Valencia huyendo de la brisa de levante en busca del viento de gradiente, normalmente de componente norte o nordeste. De este modo, mientras que a los barcos con destino al delta del Ebro (o más al sur), aún les compensaría descender por el golfo de Valencia y esperar el momento para pasar hacia Ibiza; para los barcos con destino a Ampurias o el golfo de León, el regreso resulta mucho más sencillo, rápido y fiable si se opta por alejarse de la costa y dirigirse a Ibiza.

Desde finales del siglo VII a.C. el uso de ambas rutas vive un momento de esplendor. Además, la presencia durante el siglo VI a.C. de ánforas ebusitanas en la costa catalana y Baleares del tipo T-1.3.1.2 y, más adelante, de tipo T-1.3.2.3 que, sin embargo, no aparecen por debajo de, aproximadamente, el delta del Ebro, hace pensar que la autonomía de la isla de Ibiza respecto al tráfico comercial con Cataluña está plenamente consolidada. No obstante, a finales del siglo VI a.C., la presencia fenicia en la costa narbonense descende, favoreciendo así el desarrollo de las factorías griegas de *Massalia*, *Agatha* y *Emporion*.

En el siglo V a.C., se produce un nuevo despertar de la presencia cananea en el golfo de León (Ramón 1981), aunque esta vez estrechamente vinculada a las factorías griegas. La importancia de los enclaves griegos para el comercio púnico queda muy bien refle-

jado en el cargamento de defensas de elefante y estaño hallado en el Pecio de *Bajo de la Campana I* que, con toda probabilidad iba destinado a uno de estos enclaves. Este cambio en las pautas del comercio púnico en el golfo de León puede ayudar a explicar, en mi opinión, la presencia de cerámica ebusitana en Menorca a partir del siglo V a.C. así como, posteriormente, del pecio de *Binisafuller* o, de forma más indirecta, la fundación del asentamiento de *Na Guardis* en el siglo IV a.C.. El desarrollo de las factorías griegas en el golfo de León, especialmente de *Massalia*, podría haber supuesto un desplazamiento de las vías comerciales púnicas más al este de la costa de Narbona. Esto podría haber favorecido que la ruta de retorno también se hubiera desplazado al este, recalando así sobre Menorca en lugar de sobre Ibiza. Dada la mayor proximidad de Menorca así como la presencia de vientos favorables el viaje resultaría sin duda mucho más corto (figura 3,2). Hay que decir, no obstante, que existe una hipótesis (Guerrero e.p.) que defiende que la ruta de regreso por el golfo de Valencia se consolida a partir del siglo IV a.C. precisamente debido a la peligrosidad de esta ruta oriental con escala en Menorca. Es cierto que el viaje desde el Golfo de León hacia Menorca puede ser peligroso, pues supone navegar dentro de la corriente de aire procedente del valle del Ródano; no obstante, los derroteros de navegación consultados coinciden en señalar que la mejor alternativa es dirigirse a Ibiza alejados de la costa, pues, además de evitar el peligro, el viaje seguirá siendo más directo, rápido y fácil que por el golfo de Valencia. Esto es especialmente válido si emprendemos el viaje desde la costa narbonesa, pero hay que tener presente que, para dirigirnos a Menorca, a Ibiza o a Valencia desde la costa de Marsella, inevitablemente navegaremos dentro de la corriente del golfo de León. No pudiendo evitar el riesgo, la ventaja de dirigirse a Menorca es que eso permitiría alcanzar las aguas al sur de Baleares antes y, por lo tanto, hacer el viaje de regreso a la península con el viento de levante al sur de las Baleares, más estable y seguro. *Na Guardis*, por su parte, es la escala perfecta entre Menorca e Ibiza. La fundación de este enclave en el siglo IV a.C. supone un cambio radical en el planteamiento del modelo comercial púnico en la isla. Una ruta circular que, desde Ibiza, pasa por Mallorca para ascender por la costa catalana hasta Marsella para regresar por Menorca y regresar de nuevo a Ibiza convertiría a *Na Guardis* en la primera y última escala antes de Ibiza; este hecho podría ayudar a explicar la conveniencia de crear un asentamiento propiamente púnico en una isla donde, a pesar de estar en las rutas de navegación hacia Cataluña desde el siglo VII a.C., hasta ese momento no se había fundado ninguno.

BIBLIOGRAFÍA

- Derrotero General del Mediterráneo*. Depósito Hidrográfico. Madrid 1860 y Madrid 1873.
- Derrotero general de las costas del Mediterráneo*. Instituto Hidrográfico de la Marina. Cádiz 1995.
- ABRAHAM, J. et alii (1995): *La meteorología marina*. Ed. Tutor Náutica. Madrid.
- ALVAR, J. (1981): *La navegación prerromana en la península ibérica: colonizadores e indígenas (Tesis Doctoral)*. Universidad Complutense de Madrid. Madrid.
- ALVAR, J. (1988): «La precolonización y el tráfico marítimo por el Estrecho». En Ripoll, E. (ed.): *Actas del Congreso «El Estrecho de Gibraltar» (Ceuta 1987)*. UNED. Madrid.
- ARNAUD, P. (1998): «La navigation hauturière en Méditerranée ancienne d'après les données des géographes anciens: quelques exemples». En Rieth, E. (ed.): *Méditerranée antique. Pêche, navigation, commerce*. Comité des travaux historiques et scientifiques, Niza: 75-87.
- ARTEAGA, O.; PADRÓ, J.; SANMARTÍ, E. (1978): «El factor fenici a les costes catalanes i del golf de Lió». En *Els pobles pre-romans del Pirineu*. II Col·loqui Internacional d'Arqueologia de Puigcerdà, Puigcerdà: 129-135.

- AUBET, M.E. (1994): *Tiro y las colonias fenicias de occidente*. Ed. Crítica. Barcelona.
- BAURII, C.; BONET, C. (1992): *Les Phéniciens, marins de trois continents*. Armand Colin Editeurs, París.
- BRAEMER, F. (1998): «Éléments naturels (vents, courants: avantages, inconvénients, risques) et itinéraires maritimes». En Rieth, E. (ed.): *Méditerranée antique. Pêche, navigation, commerce*. Comité des travaux historiques et scientifiques, Niza: 61-73.
- CAMPS, G. (1974): *La question des navigations préhistoriques dans le bassin occidental de la Méditerranée*. «Travaux du Laboratoire d'Anthropologie, de Préhistoire et d'Ethnologie des Pays de la Méditerranée Occidentale». Université de Provence. Aix-en-Provence.
- CAPEL, J. (1999): «La presión atmosférica y los vientos en la península ibérica. Reflexiones sobre el monzón ibérico». *Nimbus 4 Almería*: 5-60.
- CASSON, L. (1969): *Los antiguos marinos. Navegantes y guerreros del mar en el Mediterráneo en la Antigüedad*. Ed. Paidós. Buenos Aires.
- CASSON, L. (1991): *Ships & Seaman'ships in the Ancient World*. Princeton.
- COSTA, B.; FERNÁNDEZ J. H. (1995): *El establecimiento de los fenicios en Ibiza: algunas cuestiones actualmente a debate*. IV Congreso internacional de estudios fenicios y púnicos. Cádiz: 91-101.
- COSTA, B.; FERNÁNDEZ, J. H. (1997): «Ebusus Phoenissa et Poena: La isla de Ibiza en época fenicio-púnica». *Espacio, Tiempo y Forma* 11: 391-445.
- DIES, E. (1994): «Aspectos técnicos de las rutas comerciales fenicias en el Medietrráneo occidental (s. IX-VII a.C.)». *Archivo de Prehistoria Levantina XXI*: 311-336.
- GASSEND, J. M. (1998): *L'apport des découvertes des vestiges antiques du navire des Laurons 2 à la restitution d'une épave antique*. En RIETH, E. (ed.): *Méditerranée antique. Pêche, navigation, commerce*. Comité des travaux historiques et scientifiques, Niza: 197-200.
- GUERRERO, V. (1994): *Navíos y navegantes en las rutas de Baleares durante la prehistoria*. Ed. El Tall. Palma de Mallorca.
- GUERRERO, V. (1998): «Los mercantes fenicio-púnicos en la documentación literaria, iconográfica y arqueológica». En *Rutas, navíos y puertos fenicio-púnicos*. XI Jornadas de Arqueología Fenicio-Púnica, (Ibiza 1996): 61-104.
- GUERRERO, V. M. (2004): «Las islas Baleares en las rutas de navegación del Mediterráneo central y occidental», en Peña, V.; Mederos, A.; Wagner, C. G. (eds.) *La Navegación Fenicia: Tecnología Naval y Derroteros*, Centro de Estudios Fenicios y Púnicos, Univ. Complutense, Madrid, 85-134.
- GUERRERO, V.; MIRÓ, J.; RAMÓN, J. (1991): «El pecio de Binisafuller (Menorca), un mercante púnico del siglo III a.C.» *Meloussa*, 2: 9-30.
- HEINKELL, R. (1994): *Navegación por el Mediterráneo*. Ed. Tutor Náutica. Madrid.
- HERNÁNDEZ, S. (1990): «Las condiciones meteorológicas y oceanográficas en el Mediterráneo occidental durante la época romana». *PACT* nº 27: 87-96.
- HOUGHTON, D. (1989): *La estrategia del viento*. Ed. Pirámide. Madrid.
- IZQUIERDO, P. (1996): Los condicionantes de la navegación en la antigüedad: una aproximación al caso de la provincia Hispania Citerior mediterránea. En Achútegui, J.J. et al. (eds.): *I Simposio de Historia de las técnicas. La construcción naval y la navegación* (Santander 1995): 299-306.
- JANSÀ, A. (1995): *Peculiaritats meteorològiques de la Mediterrània Occidental*. I Jornades de Meteorologia Eduard Fontserè, Barcelona.
- JANSÀ, J. M.; JAUME, E. (1946): «El règim de brises a l'illa de Mallorca». *Revista de Geofísica*, 19: 304-328.
- JÉZÉGOU, M. P. (1990): *L'apparition en Méditerranée de la méthode de construction navale sur «squelette»*. En MIEGE, J. L. (ed.): *Navigations et migrations en Méditerranée. De la préhistoire à nos jours*. Centre National de la Recherche Scientifique, París: 165-179.
- LIXA, O.; ed. (1988): *Local boats: Fourth International Symposium on Boat and Ship Archaeology*. BAR International Series 438 (II). Oxford.

- LLOBERA, F. y VALLADARES, F. (1989): *El litoral mediterráneo español. Introducción a la ecología de sus biocenosis terrestres*. Ediciones Penthalon. Madrid.
- LUZÓN, J. M. (1968): «La navegación preastronómica en la antigüedad: utilización de los pájaros en la orientación náutica». *Lucentum* 5: 65-85.
- MEDAS, S. (2005): *La Navigazione de Posidonio dall'Iberia all'Italia e le rotte d'altura nel Mediteraneo occidentale in età romana*. En esta misma publicación.
- MEDINA, M. (1974): *La mar y el tiempo*. Ed. Juventud. Barcelona.
- MICHELOT, H. (1709): *Portulan de la Mer Mediterranée ou guide des pilotes côtiers*. P. Mesnier (ed.), Marsella.
- MOLINA, J. (1997): *La dinámica comercial romana entre Italia e Hispania Citerior*. Universidad de Alicante, Instituto de cultura Juan Gil-Albert.
- MORENO, S. (2003): «Les illes pitiuses en les rutes de navegació a l'antiguitat». *Fites*, 3. Ibiza: 20-26.
- PÉREZ, A.; ed. (1994): *Atlas climático de la comunidad valenciana*. Generalitat Valenciana. Valencia.
- POMPEY, P.; ed. (1997): *La Navigation dans l'Antiquité*. Ed. Édisud, Aix-en-Provence.
- RAMÓN, J. (1981): *Ibiza y la circulación de ánforas fenicias y púnicas en el Mediterráneo Occidental*. Trabajos del Museo Arqueológico de Ibiza, 5. Ibiza.
- RAMÓN, J. (1982): «L'època fenicio-púnica i la seva transcendència en la història antiga d'Eivissa». A *Quatre conferències del Congrés de Cultura Pitiüsa*. Ibiza: 17-37.
- RAMÓN, J. (1989): «El yacimiento fenicio de sa Caleta». I-IV *Jornadas de Arqueología Fenicio-Púnica*. Ibiza: 177-189.
- RAMÓN, J. (1990): «Ánforas masaliotas en el archipiélago Pitiuso-Balear». En Bats, M. (dir.) *Les amphores de Marseille grecque*. Travaux du Centre Camille-Jullian, 7. Université de Provence, Aix-en-Provence: 183-190.
- RAMÓN, J. (1995): *Las ánforas fenicio-púnicas del Mediterráneo central y occidental*. Publicacions de la Universitat de Barcelona. Barcelona.
- ROUGÉ, J. (1975): *La marine dans l'Antiquité*. París.
- RUIZ DE ARBULO, J. (1991): «Rutas marítimas y colonizaciones en la Península Ibérica. Una aproximación náutica a algunos problemas». *Cuadernos de Trabajos de la Escuela Española de Historia y Arqueología en Roma*, 18: 79-115.
- RUIZ DE ARBULO, J. (1998): «Rutas marítimas y tradiciones náuticas. Cuestiones en torno a las navegaciones tirias al Mediterráneo occidental». En *Rutas, navíos y puertos fenicio-púnicos*. XI Jornadas de Arqueología Fenicio-Púnica, (Ibiza 1996): 25-48.
- SCHÜLE, G. (1971): *Navegación primitiva y visibilidad de la tierra en el Mediterráneo*. XI Congreso Nacional de Arqueología, (Mérida 1970): 449-462.
- WACHSMANN, S. (1998): *Seagoing Ship & Seamanship in the Bronze Age Levant*. Texas A&M University Press. Londres.

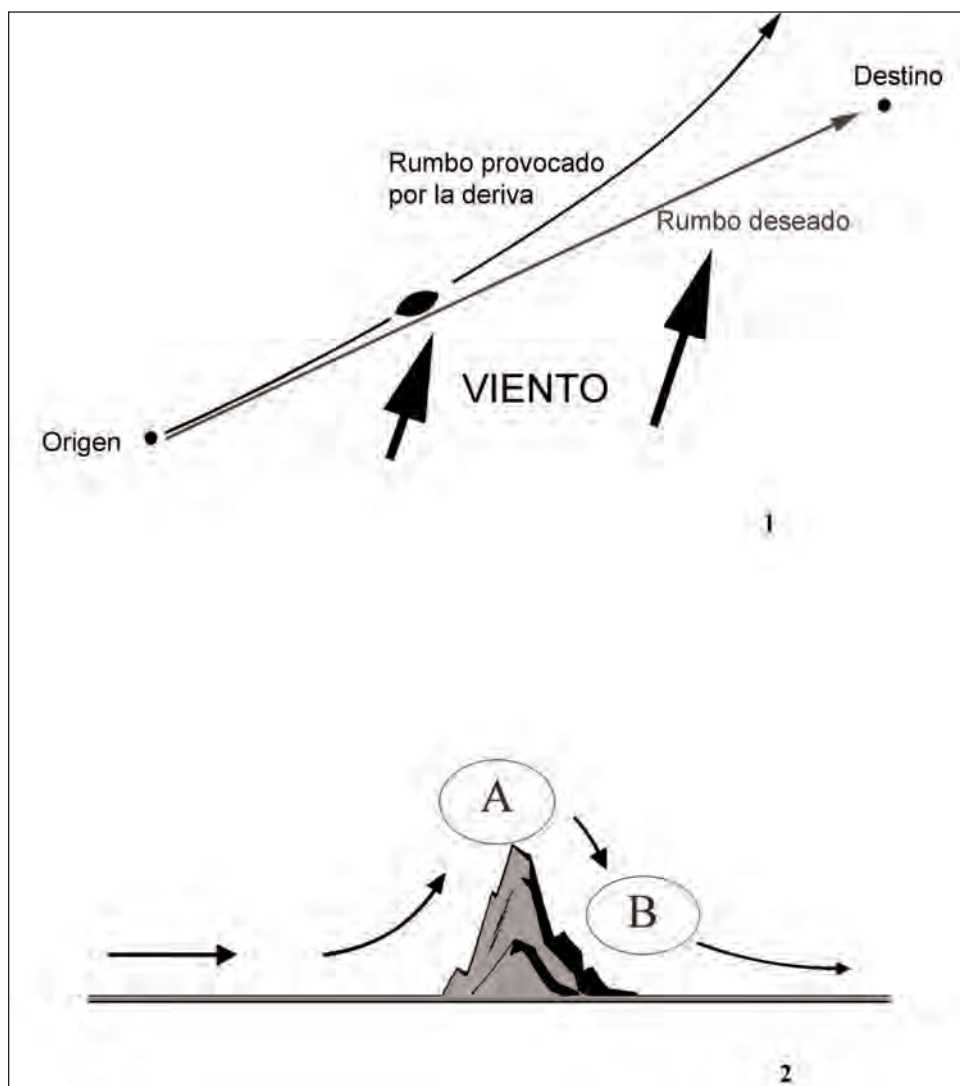


Fig. 1. (1) Influencia del efecto de deriva en el trazado de rumbos. (2) Efecto de las cordilleras montañosas sobre la presión del aire.



Fig. 2. Situación media del viento en verano.

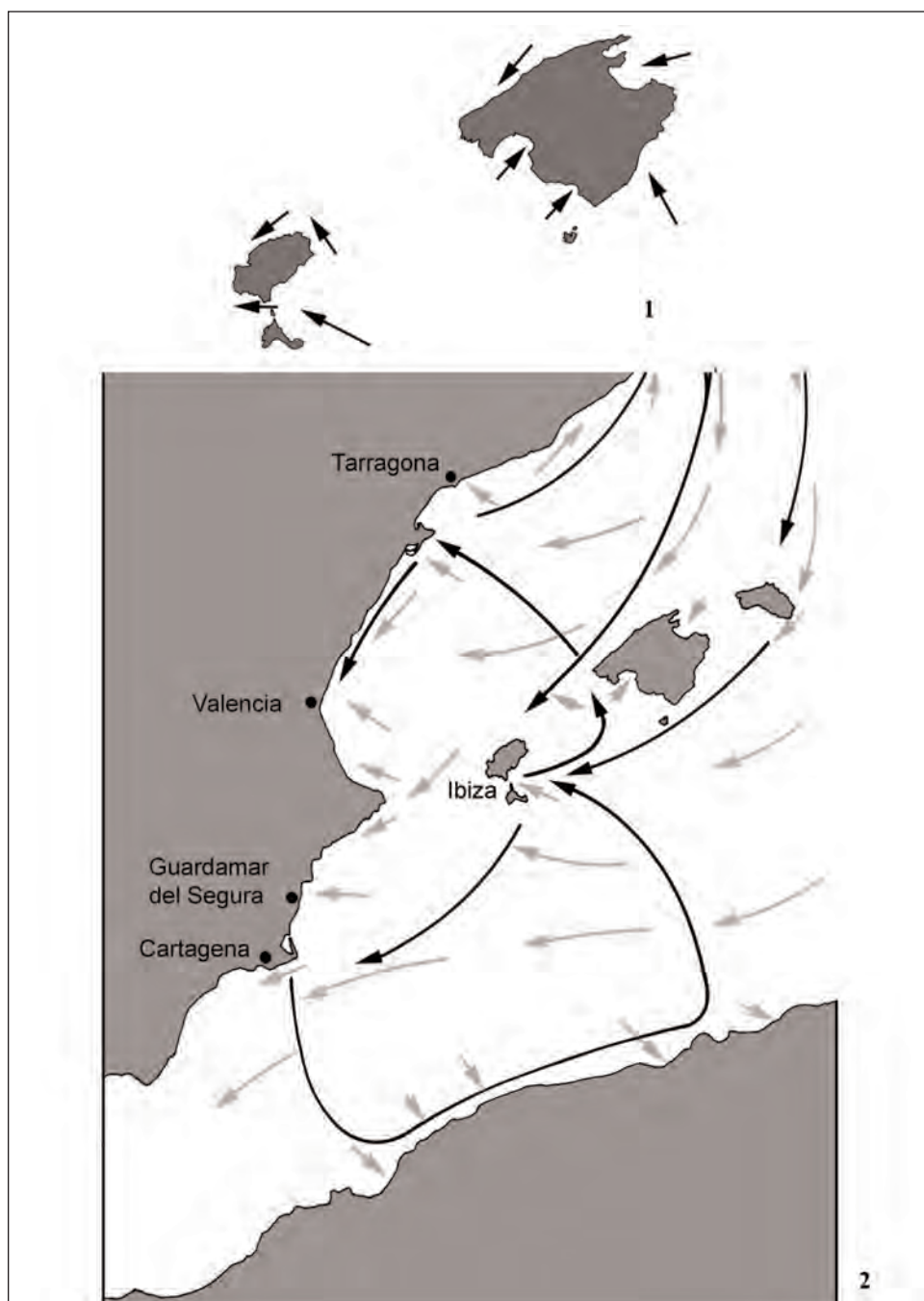


Fig. 3. (1) El régimen de brisas en Ibiza y Mallorca. (2) Trazado aproximado de las rutas de navegación hacia el norte y hacia el sur (las líneas negras señalan el trazado de la ruta y las grises la dirección del viento).